

CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL RIEGO
EN EL CULTIVO DE TOMATES.

PRESENTADO POR

CARLOS MARIO TORO
1112784906

DIRECTOR DE PROYECTO

CARLOS ANDRÉS RODRÍGUEZ PÉREZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
DISEÑO DE PROYECTOS
PEREIRA
2016

1. TITULO.

CONTROL AUTOMATIZADO PARA EL RIEGO EN EL CULTIVO DE TOMATES.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Colombia, uno de los principales problemas que tienen los cultivadores de tomate, es el riego. Son sistemas manuales con apertura y cierre de válvulas que hacen los operadores a lo largo de todo el día, aumentando el costo en mano de obra y pérdida significativa de fuentes hídricas, ya que son técnicas que implican un riego al tanteo sin tener claro cuánto es la necesidad de agua que requiere la planta sin poder determinar si se está irrigando suficiente.

2. FORMULACIÓN.

¿Cuál es la mejor estrategia de riego para un cultivo de tomates?

3. SISTEMATIZACIÓN.

- ¿Qué estrategias de riego hay?
- ¿Cómo afecta el riego en la planta de tomate?
- ¿Cómo determinar la necesidad de agua requerida por la planta de tomate?
- ¿La planta de tomate requiere la misma cantidad de agua a lo largo de todo el día?
- ¿Cómo puedo mejorar el sistema de riego?
- ¿Se puede automatizar el sistema de riego?
- ¿Hay posibilidad de disminuir el costo de operarios?
- ¿Este sistema se puede combinar con fertilizantes?
- ¿Cómo operan los sistemas de riego en el mercado?

3. JUSTIFICACIÓN

El tomate es la hortaliza más importante en muchos países del mundo colocando a china como el mayor productor gracias al cultivo en menos terreno, este fruto es destinado principalmente en estado fresco para consumo humano pero también sirve como derivado para hacer salsas, sopas y deshidratados.

En Colombia el cultivo de tomate representa un importante porcentaje en el valor representativo de la producción agrícola de la región, la producción de tomate incrementa cada año.

“En Colombia se produce alrededor de 595.299 toneladas de tomate al año” [1].

“En el sector agrícola los cultivos más representativos en esta región son el café, el plátano, los cítricos y el tomate, de los cuales el café es el cultivo principal.” [2].

Uno de los principales factores que afecta el desarrollo de la planta de tomate es el agua. Los cultivadores de tomate utilizan un sistema de riego por goteo con el fin de hacer uso óptimo en beneficio de los recursos hídricos y lograr una observación positiva de la planta, obteniendo como resultado frutos saludables. Sin embargo, nunca se tiene en consideración las necesidades reales del cultivo.

El riego por goteo es un sistema que está diseñado para ahorrar agua, reduciendo las pérdidas porque hay poca escorrentía. Este sistema nos permite llegar directamente a la raíz de la planta exponiendo menos el contacto con el follaje, los tallos y los frutos, de esta forma las condiciones son más favorables que otro tipo de sistema.

Con el desarrollo de un buen sistema de riego se puede cubrir las necesidades del cultivo mejorando así el rendimiento y la salud de la planta, buscando dignificar el trabajo en el campo y facilitar el estilo de vida, aportando al crecimiento y al desarrollo tecnológico procediendo a la instalación de sensores y controlando la humedad del cultivo.

Por otra parte, la aplicación de ferti- riego (fertilización y riego de cultivos) es más eficiente ya que el agua está limitada a la zona radicular, reduciendo el uso de fertilizantes. El riego es localizado, la aplicación de nutrientes es más eficiente y precisa, de este modo reducir los gastos de fertilización y manejar los índices de agua en variación de la humedad nos permitirá obtener procesos productivos y eficientes, un adecuado desarrollo de la planta.

4. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un control automatizado para el riego en el cultivo de tomates.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las variables críticas para implementar en el sistema de riego.
- Determinar un sensor de humedad adecuado.
- Diseñar el sistema de control
- Realizar pruebas de funcionamiento.

5. MARCO REFERENCIAL

1. MARCO TEÓRICO.

1. IRRIGACIÓN:

Al efectuar el riego se aplican cantidades de agua al suelo de un modo muy rápido y casi siempre con exceso de agua. Los factores que influyen mucho en el riego de cultivos son: el tipo de suelo, el agua, el clima, los cultivos y los regantes.

Los sistemas de riego son técnicas utilizadas por los agricultores para disminuir los costes de producción, hay muchos tipos de riego lo que se debe tener en cuenta es la necesidad de la planta, en el caso de los tomates no se debe regar en los tallos ni las hojas.

Riego por gravedad

Son utilizados en laderas donde se derrama agua en la parte más alta de la montaña, llegando así a todo cultivo que está por debajo de él. Entre los más importantes tenemos el riego por escurrimiento, por inundación y por filtración.

Riego a presión

Se necesita disponer de agua a una determinada presión, puede ser por motobombas u otro sistema. Entre los más importantes se destacan por aspersores o localizados.

Por aspersores

Es un método utilizado por los agricultores que utiliza el agua y la dispersa por un periodo de tiempo en las hojas y tallos de los frutos. Esta barre el campo casi siempre en forma circular

Figura 1. Riego por aspersión



Fuente: Ecured [1]

Riego por goteo o localizado

El agua es emitida por medio de unos tubos y se aplica en la proximidad de las raíces.

Con el objetivo de aumentar la eficiencia de aplicación de fuentes hídricas se buscan este tipo de sistemas de riego localizado utilizando pequeños caudales y poca presión

Ventajas

- Mejor aprovechamiento de agua, se puede ahorrar entre un 40-70% con respecto a otros sistemas de riego
- Facilidad de integración con fertilizantes
- Reducción de mano de obra
- Incremento de productividad
- Riegos de alta frecuencia
- Se puede automatizar fácilmente

Inconvenientes

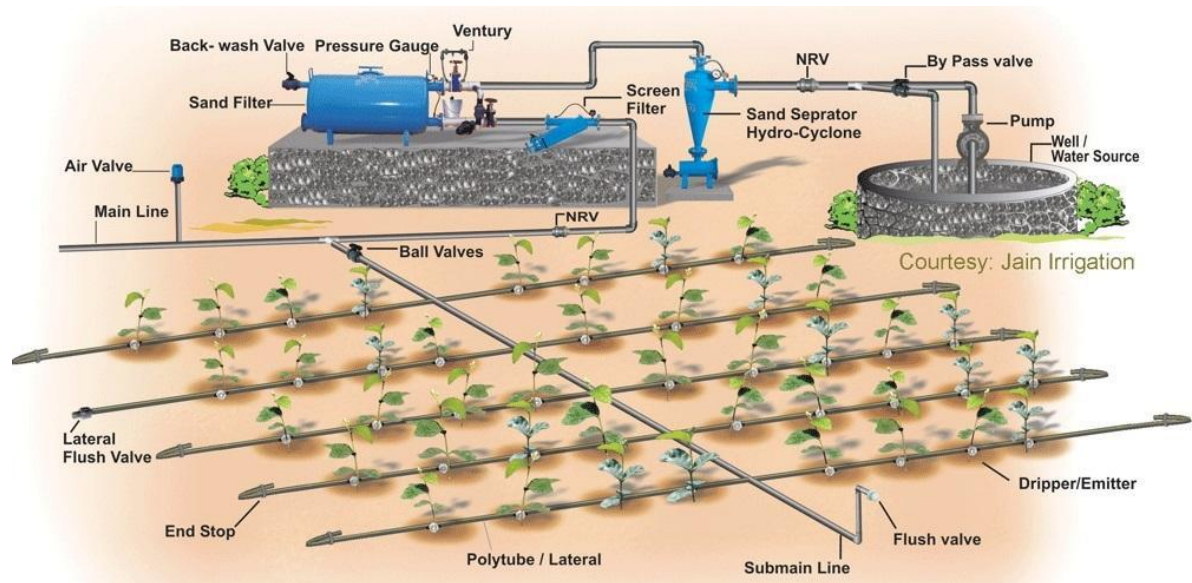
- Alto costo de instalación
- Mantenimiento costoso
- Necesidad de una mejor técnica del trabajo realizado por personal capacitado
- Necesidad de fertilizantes solubles en el agua

Los componentes de una instalación de riego por goteo pueden ser

- Impulsores: Motobombas y depósitos.
- Cabezal del riego (pre filtrado, filtros de arena, equipos de fertilización, filtros de mallas o anillas, dispositivos de control)

- Red de distribución.
- Emisores

Figura 2: componentes de un sistema de riego por goteo.



Fuente: Inge mecánica [2].

Tabla 1 factores que afectan la selección del método del riego

Tabla 2. 1 Factores que afectan la selección del método de riego

Método de Aplicación	La pendiente del terreno	Velocidad de infiltración	Tolerancia al agua de los cultivos	Efecto del viento
Gravedad	Preferentemente la superficie debe estar nivelada o trabajada según curvas de nivel, pendientes de 0 a 1 %	No se recomienda para suelos con velocidad de infiltración mayor de 6.5 cm por hora	Adaptable a la mayoría de los cultivos. La humedad en la raíz puede afectar a los muy sensibles	No afecta en forma significativa la eficiencia de aplicación
Aspersión	Adaptable a terrenos nivelados o desnivelados con pendientes variables	Se adapta a cualquier velocidad de infiltración del suelo	Puede propiciar la caída de flores y enfermedades en algunos frutales	Afecta considerablemente la eficiencia de aplicación
Micro-aspersión	Adaptable a todo tipo de pendiente	Adaptable a todas las velocidades de infiltración	Puede propiciar el desarrollo de algunas enfermedades fungosas	Puede afectar la eficiencia de aplicación pero menos que en la aspersión
Goteo	Adaptable a todo tipo de pendiente	Adaptable a todas las velocidades de infiltración	Sin problemas	No afecta
Subirrigación	El área debe estar nivelada o con curvas de nivel	Adaptable a suelos con buena capilaridad	Adaptable a la mayoría de los cultivos	No afecta

Fuente: Universidad autónoma de Querétaro [1]

2. TIPOS DE SENSORES:

Para saber la cantidad de agua que hay en el suelo se utilizan sensores que miden el potencial métrico en el suelo (SMP) o el contenido volumétrico de agua que hay en el suelo, en la programación del riego utilizando medidores (SMP) los valores se pueden obtener fácilmente y están disponibles para cualquier cultivo, teniendo en consideración el tipo , la humedad atmosférica (evaporación) y el tipo de suelo.

La medición de humedad del suelo, a través de métodos dieléctricos están siendo utilizadas con mayor frecuencia debido a que no son destructivos proporcionan medidas casi instantáneas.

Figura 3 sensores de humedad.



Fuente: traxco. [3]

El sensor que venden en la página de traxco tiene las siguientes características que se deben tomar en cuenta.

Los sensores tienen que tener unos parámetros de construcción adecuados para asegurar que dure lo suficiente enterrados en la tierra, este sensor nos ofrece un protector fabricado en acero inoxidable y así proporcionar confianza, el sensor de humedad está expuesto a salinidad en el suelo por lo que tiene un sistema amortiguador para reducir esta influencia

Para asegurar la medida adecuada del sensor se debe enterrar de una manera adecuada tantas unidades como lo requiera el sistema [3]

6. MÉTODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

1. UNIDAD DE ANÁLISIS

La variable que se tomara en cuenta en el proyecto es la humedad, siendo fundamental para el resultado final de la automatización. Es el estado ideal del ambiente para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos de tomate, fijando los parámetros correspondientes.

La humedad en el cultivo de tomate debe de ser controlada para que no supere el 70%, si se supera este valor se desarrollan hongos en la planta.

El sistema controlará los niveles adecuados de esta ya que en caso de una humedad no apropiada puede causar que la planta de tomate se pudra y que sus raíces mueran por falta de agua. Por medio del sensor que enviará toda la información al microcontrolador para que un operario pueda saber en qué estado se encuentra esta variable.

El sensor de humedad arroja una medida en centibares.

“Control de humedad entre 0 y 199 centibares

Gracias a las distintas lecturas de humedad del suelo que ofrece, optimiza el uso del agua, así como el de los fertilizantes y los recursos energéticos.

Interpretación de las lecturas de humedad

0 - 10 centibares. Suelo saturado

10 - 30 centibares. Suelo con suficiente humedad. Excepto los suelos de arena gruesa que empiezan a secarse

30 - 60 centibares. Margen normal para iniciar el riego excepto en los suelos muy arcillosos

60 - 80 centibares. Margen normal para iniciar el riego en los suelos muy arcillosos

80 + centibares. El suelo se está secando peligrosamente

No requiere calibración ni se ve afectado por las bajas temperaturas por lo que no precisa de labores de mantenimiento.

Se puede utilizar en todo tipo de suelos (incluso los más arcillosos), en toda clase de cultivos y con todos los métodos de riego posibles.” [3]

Es importante saber que la variable humedad se ve afectada por el tipo de terreno, la temperatura ambiental [3]

1. TEMPERATURA

La temperatura es un variable que puede afectar a la humedad porque de ella depende la rapidez con que se evapora el agua en el suelo

“la franja de temperaturas óptimas es la que se muestra a continuación:

- *Temperaturas nocturnas: 15-18 °C*
 - *Temperaturas diurnas 24-25 °C*
 - *Temperatura ideal de floración: 21 °C*
 - *Temperatura ideal para el desarrollo vegetativo: 22-23 °C*
 - *Temperatura de parón de desarrollo vegetativo: 12 °C*
 - *Temperatura por debajo de los 7 °C no es beneficioso. ”*
- [4]

2. TIPO DE SUELO DEL CULTIVO DE TOMATES

Es importante considerar que el tipo de suelo afecta de alguna manera a la humedad ya que ella se puede analizar si se evapora más rápido el agua y si hay mayor escorrentía

“Se considera que un suelo ideal debe de tener las siguientes condiciones: 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 25% de agua y 25% de aire o espacio poroso. El tipo y la cantidad relativa de minerales, más los constituyentes orgánicos del suelo, determinan las propiedades químicas del suelo.

Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9-6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen.

Contar con un buen análisis de suelos antes de la siembra, es una condición indispensable para poder manejar un plan de fertilización adecuado a los rendimientos esperados; además nos sirve para hacer alguna enmienda en el suelo; es decir, hacer las aplicaciones de cal o materia orgánica necesaria para tener las condiciones requeridas para un desarrollo normal del cultivo.” [5]

2. CRITERIOS DE VALIDEZ

1. **VALIDEZ INTERNA:** para asegurar el debido proceso se debe tener en cuenta la herramienta para una acertada medición de humedad. este

sensor de humedad tiene dos electrodos concéntricos empotrados en un conglomerado que se sujeta a una membrana sintética con funda de acero inoxidable. estos sensores de humedad cuentan con una construcción robusta con componentes de acero inoxidable y plásticos especiales que garantizan su durabilidad y permiten que puedan permanecer enterrados durante largas temporadas. de este modo obtener información acertada para su control. [3]

Para una correcta medición de la humedad, el detector de humedad se debe enterrar a la profundidad adecuada, tantas unidades como nos interese en diferentes puntos estratégicos de la explotación y así proceder, en cualquier momento, al control de humedad. [3]

hacer pruebas al sistema de tal manera que altere la variable (humedad medida en centibares). aplicando agua se cambia la humedad en la planta, en este caso el sensor de humedad tendrá un valle que indica que los centibares bajaron que y así analizar si los datos arrojados por el sensor están acertados, exponiendo la planta a una temperatura elevada analizar si los centibares tienen un pico significativo

2. **VALIDEZ EXTERNA:** se debe recurrir a un profesional agrónomo para que nos defina la eficacia de la variable medida y a partir de eso tomar datos de la información relevante.

3. CONFIABILIDAD

Serie de normas que basa el anteproyecto mencionadas a continuación.

NOM-001-SCFI-1993 Aparatos electrónicos alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica-Requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo.

NOM-016-SCFI-1993 Aparatos electrónicos y alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - Requisitos de seguridad y métodos de prueba. (Se ratifica por cinco años según resolución publicada en el D. O. F. el 29/06/2005)

NOM-024-SCFI-1998 Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos. (Esta Norma cancela a la

NOM-024-SCFI-1994). PROY-NOM-079-SCT1-1994 Vocabulario electrotécnico parte 17. Componentes electromecánicos para equipos electrónicos. [6]

7. DISEÑO METODOLÓGICO.

- **Objetivo:** Determinar las variables críticas para implementar en el sistema de riego

Actividad: Consulta bibliográfica para determinar las variables que presenta el cultivo de tomate.

Resultados esperados: Determinar las variables críticas involucradas en el sistema de riego

- **Objetivo:** Determinar un sensor de humedad adecuado.

Actividad: Hacer una consulta exhaustiva catálogos, proveedores, almacenes agrónomos

Resultados esperados: Selección adecuada del sensor de humedad para el sistema de control.

- **Objetivo:** Diseñar el sistema de control

Actividad: identificar el tipo de control necesario ya sea un on-off, un pd, un pid, o una pi.

Resultados esperados: identificar el sistema de control adecuado y diseñar un prototipo

- **Objetivo:** Realizar pruebas de funcionamiento

Actividad: instalar el sistema de control de riego en un esquema real

Resultados esperados: Dejar a punto el sistema de control

8. ESQUEMA TEMÁTICO

- **Introducción:**
 1. DETERMINACION DE LAS VARIABLES CRITICAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO
 2. SELECCIÓN DEL SENSOR ADECUADO PARA EL CONTROL DE RIEGO
 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL
 4. PUESTA PUNTO Y PRUEBAS
 5. CONCLUSIONES
 6. RECOMENDACIONES
 7. ANEXOS

9. PERSONAS QUE PARTICIPAN

- Director Carlos Andrés Rodríguez Pérez
- Ejecutores: Carlos Mario Toro Echeverri.

10. RECURSOS

1. RECURSOS INSTITUCIONALES

- Universidad tecnológica de Pereira
- Sena de Cartago valle
- Laboratorios de mecatrónica

2. RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos serán financiados en su totalidad por los ejecutores.

Tabla 2 inversión

Numeral	Descripción	Inversión
1	Material de papelería	50000
2	Viáticos	200000
3	Sensor de humedad	400000
4	Equipos mecánicos	200000
5	Moto bomba	1000000
6	Herramientas manuales	350000
7	Herramientas eléctricas	350000
8	Equipos electrónicos	200000
9	Total	=2250000

Fuente: autores

11. CRONOGRAMA

Tabla 3 cronograma

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	INTENSIDAD HORARIA
1	Recolección de información	Octubre-noviembre	3 horas
2	Análisis de información	Octubre-noviembre	5 horas
3	Planteamiento del problema	Octubre-noviembre	2 horas
4	Desarrollo de objetivos	Octubre-noviembre	5 horas
5	Elaboración marco teórico	Octubre-noviembre	10 horas
6	Identificación unidad de análisis	Octubre-noviembre	1 horas
7	Desarrollo de cronograma presupuesto	Octubre-noviembre	10 horas

Fuente: autores

12. BIBLIOGRAFÍA

- [1] FAOSTAT | © FAO Dirección de Estadística 2013 | 21 enero 2013
- [2] Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. DANE. <https://www.dane.gov.co> Obtenido 11, 2016
- [3] sensores de húmedas tomado de traxco <http://www.traxco.es> Obtenido 11, 2016
- [4] El Tomate, su cultivo y sus enfermedades. Contexto ganadero, Revistas Científicas de la Universidad de Murcia. <http://www.contextoganadero.com> mayo 2013
- [5] suelo de cultivo de tomates <http://www.conocimientosweb.net> Obtenido 01, 2014
- [6] normas para los equipos electrónicos <https://es.scribd.com/> Obtenido 10, 2016
- [7] Riego por goteo. (Ecured). <http://www.ecured.cu> Obtenido 05, 2016,
- [8] Sistemas de riego, beneficio clave para el agro colombiano. Contexto ganadero. www.contextoganadero.com Obtenido 05, 2016,
- [9] sensores de humedad, traxco, <http://www.traxco.es> Obtenido 05 2016.
- [10] factores que afectan la elección de un sistema de riego <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/395/1/RI000062.pdf> Obtenido 05, 2016,

Carlos Mario Toro

Carlos Andres Rodriguez Perez

Director de proyecto